

PN : JP 08077624 19960322  
AN : JP 06206963 19940831  
ICM : G11B- 11/10  
IN : SUWABE MASAJI  
PA : SONY CORP  
ET : MAGNETO-OPTICAL DISC

PURPOSE: To realize a high **recording** density while the excellent corrosion- resistance is maintained.

CONSTITUTION: A **recording** part 2 which is composed of dielectric layers 4 and 6, a **recording** magnetic layer 5, a **reflective** film 7, etc., is provided on a transparent substrate 1. In a magneto-optical disc like this, the **recording** magnetic layer 5 is composed of a TeFeCoCr amorphous thin film. The Co content (y) (atm.%) and Cr content (z) (atm.%) of the amorphous film satisfy the equation  $z=b+ay$  wherein  $-1.25 \leq b \leq -0.15$  and  $0.85 \leq a \leq 0.98$ . With this constitution, as the sensitivity for a **recording** power is not changed, a disc with a new format can be accepted quickly and the development cost can be reduced. Further, as the manufacturing margins for the sensitivity standards of the respective formats are allowed, the defect rate can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

Disk Number : MIJP9603PAJ

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-77624

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) IntCl<sup>6</sup>

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 0 1 A 9075-5D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-206963

(22) 出願日 平成6年(1994)8月31日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 諏訪部 正次

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

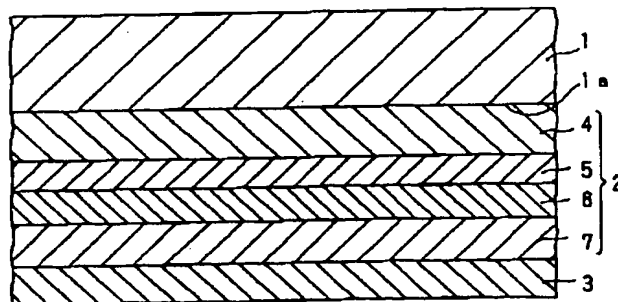
(54) 【発明の名称】 光磁気ディスク

(57) 【要約】

【目的】 優れた耐蝕性を確保しつつ、高記録密度化を図る。

【構成】 透明基板1上に誘電体層4、6や記録磁性層5、反射膜7等から構成される記録部2を有する光磁気ディスクにおいて、TeFeCoCr非晶質薄膜からなる上記記録磁性層5中のCoの含有量y(原子%)とCrの含有量z(原子%)の間に、 $z = b + ay$  (但し、 $-1.25 \leq b \leq -0.15$ 、 $0.85 \leq a \leq 0.98$ )なる関係式を満足させる。

【効果】 記録パワーに対する感度が変わらないので、新しいフォーマットのディスクに対しても対応が敏速となり、開発コストを削減することができる。また、それぞれのフォーマットの感度規格に対して製造マージンをもっているため、不良率が削減される。



本発明の光磁気ディスクの一構成例

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に記録磁性層が形成されてなる光磁気ディスクにおいて、上記記録磁性層がTbFeCoCr非晶質薄膜から構成されてなり、且つ該TbFeCoCr非晶質薄膜中のCoの含有量y（原子%）とCrの含有量z（原子%）が次式で表される関係を満たすことを特徴とする光磁気ディスク。

$$z = b + ay$$

$$-1.25 \leq b \leq -0.15$$

$$0.85 \leq a \leq 0.98$$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、TbFeCoCr非晶質薄膜を記録磁性層とする光磁気ディスクに関し、特に耐錆性の向上に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光磁気ディスクは、例えばコンピュータ等の外部記憶装置、或いは音声信号や映像信号の記録再生を行う機器の記録媒体として一般に普及している。この光磁気ディスクとしては、ポリカーボネート等からなる透明基板の一主面に、膜面と垂直方向に磁化容易軸を有し且つ磁気光学効果の大きな記録磁性層（例えば希土類—遷移金属合金非晶質薄膜）や反射膜、誘電体層を積層することにより記録部を形成し、上記透明基板側からレーザー光を照射して信号の読み取りを行うようにしたものが知られている。

【0003】これまで、この光磁気ディスクを用いた商品は種類が少なく、いずれの光磁気ディスクについても記録密度が比較的小さいことから、取り出すべき信号量はそれほど大きくなくても良い。しかしながら、今後はより高密度記録が必要となり、それに伴って上記信号量も大きくされることが望まれる。

【0004】このような要請に対して、上記光磁気ディスクでは、記録フォーマットは変化しても、半導体レーザーの射出パワー自体は大きくは変わらないので、記録パワーに対するディスクの感度は変えないことが好ましい。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記光磁気ディスクにおいては、一般に主としてTb、Fe、Co、Crからなる非晶質薄膜を記録膜としている。このような光磁気ディスクの信号量を増加させようとするとき、上記非晶質薄膜中のFeとCo、Crの比率を変化させる方法が考えられるが、この場合上述のように記録パワーに対する感度も考慮する必要がある。

【0006】また、これら構成元素のうち、特にCrは記録膜の耐蝕性を付与するものであり、長期に亘る使用時の信頼性を確保する目的から、できる限り多く添加されることが望まれる。従って、上記光磁気ディスクにお

いては、記録パワーに対する感度を変えることなく高記録密度化を図ると同時に、十分な信頼性を得るために、記録膜の構成材料であるFe、Co、Crの組成を適当に制御することが要求される。

【0007】そこで、本発明はこのような実情に鑑みて提案されたものであって、高記録密度化を図りつつ、優れた耐蝕性を確保することを可能とする光磁気ディスクを提供することを目的とする。

## 【0008】

10 【課題を解決するための手段】本発明者等は、上述の目的を達成せんものと鋭意研究の結果、Te—Fe—Co—Cr非晶質薄膜からなる記録膜中のCoの量とCrの量の間に一定の関係を満足させることにより、記録感度を変えずにCN比を向上させることができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】即ち、本発明の光磁気ディスクは、透明基板上に記録磁性層が形成されてなる光磁気ディスクにおいて、上記記録磁性層がTbFeCoCr非晶質薄膜から構成されてなり、且つ該TbFeCoCr非晶質薄膜中のCoの含有量y（原子%）とCrの含有量z（原子%）が次式で表される関係を満たすことを特徴とするものである。

## 【0010】

$$z = b + ay \quad \dots (1)$$

$$-1.25 \leq b \leq -0.15 \quad \dots (2)$$

$$0.85 \leq a \leq 0.98 \quad \dots (3)$$

## 【0011】

【作用】記録層を構成してなるTbFeCoCr非晶質薄膜中のCoの含有量yとCrの含有量zが所定の関係式を満たすようにすることにより、良好な耐蝕性が得られるとともに、記録パワーに対する感度を変えることなく、CN比の向上が図られる。

## 【0012】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではないことはいうまでもない。本実施例は、TbFeCoCr非晶質薄膜を記録膜とする光磁気ディスク〔ISOスタンダード（ISO-10089準拠）、直径130mm、1セクタ当たり512バイトのフォーマット〕において、上記記録膜中のFeとCo、Crの組成を変化させた例である。

【0013】先ず、本実施例にかかる光磁気ディスクの構成について説明する。この光磁気ディスクは、図1に示すように、基板1の一主面1a上に記録部2が形成され、この記録部2上に耐蝕性保護膜3が形成された構成とされてなる。上記基板1は、厚さ数mm程度（ここでは1.2mmとした。）の円盤状の透明基板であって、その材質として、例えばアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン樹脂、エポキシ樹脂等のプラスチック材料の他、ガラス等が挙げられるが、本実施例で

はポリカーボネート樹脂を使用した。

【0014】なお、この基板1表面のうち、上記記録部2を設ける側には、通常再生時に使用するレーザ光波長のおよそ4分の1の深さを有する案内溝や番地符号ビット等（いずれも図示は省略する。）が設けられる。上記記録部2は、記録磁性層6、誘電体層4、6及び反射膜7が積層された多層構造を有してなり、通常は基板1上に第1の誘電体層4が形成され、この第1の誘電体層4上に順次記録磁性層5、第2の誘電体層6及び反射膜7が積層形成される。

【0015】上記第1及び第2の誘電体層4、6としては、酸化物や窒化物等が使用可能であるが、これら第1及び第2の誘電体層4、6の酸素が上記記録磁性層5に悪影響を及ぼす虞れがあることから、窒化物がより好ましく、酸素及び水分を透過させず、且つ使用レーザ光を十分に透過し得る物質として、窒化珪素や窒化アルミニウム等が好適である。ここでは、窒化珪素を使用した。

【0016】このうち、上記第1の誘電体層4の膜厚は、反射率をミラー部で19%になるように適宜設定した。また、上記第2の誘電体層6の膜厚は、記録パワーマージンが最大となるように340Åに固定した。即ち、図5は、上記第2の誘電体層6の膜厚を200～500Åの範囲で変化させた時の記録パワーマージンを示したもの（測定に際し、上記記録磁性層5の膜厚は20\*

$$\text{記録パワーマージン}(\%) = (P_{up} - P_{down}) / P_o \times 100 \quad \dots (4)$$

$$P_o = (P_{up} + P_{down}) / 2 \quad \dots (5)$$

【0020】上記記録磁性層5は、膜面に垂直な方向に磁化容易方向を有する非晶質の磁性薄膜であって、磁気光学特性に優れることは勿論、室温にて大きな保磁力を持ち、且つ温度200℃付近にキュリー点を持つことが望ましい。このような条件に叶った記録材料として、ここではTbFeCoCr非晶質薄膜に限定される。この記録磁性層5の膜厚は、後述のようにキャリアの大きさを最適化するために、最適値に設定した。

【0021】本実施例においては、上記記録磁性層5を構成するTbFeCoCr非晶質薄膜中のCoの量とCrの量の間に後述のような相関関係が成り立つようにした。これにより、十分な耐蝕性を確保しつつ、CN比を向上させることができ、高記録密度化を図ることが可能となる。このように、上記TbFeCoCr非晶質薄膜中のCoの量とCrの量が所定の関係を満足するように制御する方法としては、特に限定されないが、例えば使用するターゲットにおける各構成材料の面積比を変化する方法や、各ターゲットへの投入パワーを変化させる方法等が考えられる。

【0022】上記反射膜7は、上記第2の誘電体層6との境界でレーザ光を70%以上反射する高反射率の膜により構成することが好ましく、非磁性金属の蒸着膜が好適である。また、この反射膜7は、熱的に良導体である※50

\*0Åとし、反射膜7の膜厚は500Åとした。）であるが、図5から明らかなように、上記第2の誘電体層6の膜厚が340Åである時に、記録パワーマージンが最大となった。

【0017】なお、上記記録パワーマージンは、次のように定義した。まず、図6に示すように、記録パワー(mW)を変化させた時の光磁気ディスクのCN比(dB)を測定した〔図6は、上記記録磁性層5としてTb<sub>20.1</sub>Fe<sub>70.3</sub>Co<sub>6.5</sub>Cr<sub>4.1</sub>（数値は原子%を表す。）なる組成を有する非晶質薄膜を使用し、記録部が膜厚200Åの上記非晶質薄膜、膜厚1210Å、340Åの上記第1及び第2の誘電体層4、6、及び膜厚500Åの上記反射膜7から構成される光磁気ディスクの測定結果を示す〕。

【0018】そして、この結果からCN比の最大値を求め、更にこの時記録に必要なレーザ光のディスク盤面上でのパワーの値P<sub>opt</sub>、及びCN比が許容範囲の下限である52dBとなる時の記録パワーの値P<sub>down</sub>（低出力側）、P<sub>up</sub>（高出力側）をそれぞれ求めた（図7参照）。更に、これらの値を次式（4）、（5）に代入することにより、上記記録パワーマージンを求めた。

【0019】

【数1】

※ことが望ましく、入手の容易さや成膜の容易さ等を考慮すると、アルミニウム膜が適している。本実施例では、アルミニウム合金膜を使用し、その膜厚は500Åとした。

【0023】これは、図8及び図9に示すように、アルミニウム合金膜の膜厚を変化させた時、膜厚が500より薄い範囲では、CN比が著しく劣化し（図8参照）、一方膜厚が減少するほどCN比が最大となる時の記録パワーP<sub>opt</sub>が低下し感度が劣化することから、アルミニウム合金膜の膜厚の下限は500Åであると考えられるためである。つまり、アルミニウム合金膜の膜厚を変えることによってこれ以上高感度にすることは困難であり、一層の高感度化を図るためには、上記記録磁性層5の組成を制御するしかない。

【0024】更に、上記耐蝕性保護膜3は、上記記録部2の表面を平坦化するとともに、湿気等から上記記録部2を保護することを目的として設けられるものである。この耐蝕性保護膜3の構成材料としては、通常この種の光磁気ディスクにおいて使用されているアクリル系紫外線硬化樹脂（例えば、商品名：SD-17）を使用したものが、これに限定されるものではない。

【0025】なお、この光磁気ディスクの保磁力は、約720kA/mとした。以上のような構成を有する光磁

5

気ディスクは、次のような製造装置を用いて作製することができる。即ち、この製造装置は、図2に示すように、ポリカーボネート樹脂からなる円盤状の基板11が固定されてなるキャリア12が順次搬入されるロードロック室13と、SiN膜からなる第1及び第2の誘電体層並びにアルミニウム反射膜をそれぞれ成膜するための第1の成膜チャンバ14と、TbFeCoCr非晶質薄膜からなる記録磁性層を成膜するための第2の成膜チャンバ15から構成されてなる。

【0026】これらロードロック室13、第1及び第2の成膜チャンバ14、15は、図2中横方向に並列して互いに接続されるとともに、各空間毎に所定の真空度に保たれるように仕切られている。このうち、上記ロードロック室13の側面には、キャリア搬入口（図示せず。）が設けられており、該キャリア搬入口を介して複数のキャリア12が図2中上方から下方に向かって順次送り込まれる。

【0027】このロードロック室13内には、複数のキャリア12が互いに所定の間隔をあけて図2中縦方向に積層して配設される。これらロードロック室13内に配設されたキャリア12は、上記第1の成膜チャンバ14に順次送り出され、上記第1の成膜チャンバ14内で該キャリア12上に配設された基板11に対してアルミニウム反射膜の成膜が行われた後、再びロードロック室13内に送り戻され、成膜が行われるべき基板11を搭載した別のキャリア12と交換されるようになされている。従って、上述のようにロードロック室13内に複数のキャリア12を待機させることにより、上記第1の成膜チャンバ14での成膜、更には上記第2の成膜チャンバ15での成膜が連続的に行われるようになされている。

【0028】上記キャリア12は、図3及び図4に示すように、円盤状のプレートであり、その一主面上に複数（本実施例では4枚）の基板11が等間隔に配設されている。一方、上記第1の成膜チャンバ14の一側壁14aには、図示しないArガス導入口及びN<sub>2</sub>ガス導入口がそれぞれ設けられており、これらArガス導入口又はN<sub>2</sub>ガス導入口を介して内部にArガス若しくはN<sub>2</sub>ガスが適宜導入され、所望の雰囲気制御されるようになされている。

【0029】また、この第1の成膜チャンバ14の上記

6

Arガス導入口等が設けられた壁面14aと対向する壁面には、内部にAlターゲット16とSiターゲット17が配設されている。そして、これらAlターゲット16又はSiターゲット17と、上記第1の成膜チャンバ14内に送り込まれたキャリア12上に固定された基板11との間でスパッタリングが行われて上記基板上に第1の誘電体層、第2の誘電体層或いはアルミニウム反射膜が形成される。

【0030】この第1の成膜チャンバ14で上記基板11に対する第1の誘電体層の成膜がなされた後、該基板11を保持したキャリア12は、上記第2の成膜チャンバ15に送り出され、該第2の成膜チャンバ15内で記録磁性層の成膜がなされるようになされている。この第2の成膜チャンバ15の一側壁15aには、図示しないArガス導入口が設けられており、このArガス導入口を介して内部にArガスが導入され、所望の雰囲気制御されるようになされている。

【0031】また、この第2の成膜チャンバ15の上記Arガス導入口が設けられた壁面15aと対向する壁面には、内部にTbターゲット18とFeCoCr合金ターゲット19が配設されている。そして、これらTbターゲット18及びFeCoCr合金ターゲット19と、上記第2の成膜チャンバ15内に送り込まれたキャリア12上に固定された基板11との間でスパッタリングが行われて上記基板上に形成された第1の誘電体層上に記録磁性層が成膜される。

【0032】この第2の成膜チャンバ15で上記基板11に対する記録磁性層の成膜がなされた後、該基板11を保持したキャリア12は、再び上記第1の成膜チャンバ14に送り戻され、該第1の成膜チャンバ14内で第2の誘電体層及びアルミニウム反射膜の成膜がなされるようになされている。そこで、この製造装置を用い、上記記録磁性層中のCoとCrの量を変化させて種々の光磁気ディスクを作製し、得られた光磁気ディスクのCN比を調べた。

【0033】なお、上記光磁気ディスクの製造に際し、第1及び第2の誘電体層、記録磁性層及びアルミニウム反射膜の成膜時におけるスパッタリング条件は下記表1に示す通りである。

【0034】

【表1】

7

8

スパッタリングの種類	第1及び第2の誘電体層RFスパッタ	MO膜DCスパッタ		Al反射膜DCスパッタ
ターゲット	$\phi 6^{\circ}\text{Si}$	$\phi 6^{\circ}\text{Tb}$	$\phi 6^{\circ}\text{FeCoCr}$ 合金	Al合金
成膜チャンバ内の真空度	3.5mTorr	2.0mTorr		2.0mTorr
導入ガスの流量	Ar	160SCCM	48SCCM	48SCCM
	N <sub>2</sub>	42SCCM	—	—
投入パワー	1.2kW	0.2kW	0.8kW	1.0kW
ターゲット-基板間の距離	150mm	150mm	150mm	150mm

【0035】また、CN比の測定は、ナカミチ社製のCN比測定機（商品名：OMS-2000、開口数NA=0.5、半導体レーザ光の波長=780nm）を用い、各光磁気ディスクのテストエリア（ $r=30\text{mm}$ ）を消去した後、記録を行い（回転数2400rpm）、記録された信号をスペクトルアナライザにより観測することにより行った。

【0036】この測定に際し、消去・記録時の条件は次の通りとした。

<イレース条件>

イレースDCパワー 10mW

イレース印加バイアス磁界  $-24\text{kA/m}$  ( $-3000\text{Oe}$ )

<ライト条件>

ライトパワー 適宜設定（8mWが基本）

記録キャリア周波数 4.93MHz

パルス幅 51ns

図10は、上記記録磁性層中のCrの量 $z$ （原子%）と得られた光磁気ディスクのCN比の最大値の関係を示すものである。なお、図10中に、上記記録磁性層中のCoの量 $y$ （原子%）とCN比が最大となる時の時記パワーの値 $P_{opt}$ の関係を併せて示した。この時、上記記録磁性層中のTbの量は20原子%とし、Feの量は $(80-y-z)$ 原子%とした。また、ここではCoの量 $y$ を2.5、8原子%と変化させたのに対してCrの量 $z$ が変化された構成になっている。

【0037】また、図11中、点線は図10における等感度の点を直線で結んだものである。図11中、3本の点線が示されているが、感度的にはこれら3本の点線のうち上下2本の点線a、bで囲まれた領域が本実施例にかかる光磁気ディスクのほぼセンターの感度となるところである。

【0038】従って、これら2本の点線に囲まれた領域内でメディアを作製すれば、非常に製造し易くなる（上\*50

\*述のように、膜厚が500Å以下になるとCN比の劣化を招くことから、アルミニウム合金薄膜で記録パワーに対する感度を高めることはできない。従って、上記点線aよりも上の領域は使用不可能又は使用困難であり、逆に上記点線bよりも下の領域では十分なCN比を確保することができないので、この領域でも使用困難である。）

しかも、これら点線a、bで囲まれた領域内であれば、上記記録磁性層中のCoとCrの量をとともに減らしていけば、記録パワーに対する感度を変えずにCN比を増加することができる。

【0039】従って、これにより、一層の高密度記録化を図る場合においても、できる限りCrの量を増やしながら、必要なCN比を確保することを可能とする記録磁性層の組成を選定することができ、優れた特性を有する光磁気ディスクを製造することができる。以上の結果から、上記点線a上にあるCoの量 $y$ （原子%）とCrの量 $z$ （原子%）は、ほぼ $z=-1.25+0.85y$ なる関係式で表され、上記点線b上にあるCoの量 $y$ とCrの量 $z$ は、 $z=-0.15+0.98y$ なる関係式で表されることが判った。

【0040】従って、これらCoとCrの量 $y$ 、 $z$ は、次式（6）～（8）で表される関係を満足するようにすることが好ましいと言える。

$$z=b+ay \quad \dots (6)$$

$$-1.25 \leq b \leq -0.15 \quad \dots (7)$$

$$0.85 \leq a \leq 0.98 \quad \dots (8)$$

【0041】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明においては、記録膜の構成材料であるTb、Fe、Co、Cr中、CoとCrの量を適切に制御しているので、十分な耐蝕性を確保しつつ、記録パワーに対する感度を変えることなく、CN比を大きくすることが可能であり、高記録密度化を図ることができる。

【0042】また、本発明では、上述のように記録パワ

ーに対する感度が変わらないので、新しいフォーマットのディスクに対しても対応が敏速となり、開発コストを削減することができる。更に、本発明では、それぞれのフォーマットの感度規格に対して製造マージンをもっているため、不良率が削減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる光磁気ディスクの一構成例を示す断面図である。

【図2】本発明にかかる光磁気ディスクを製造する際に使用する製造装置の一構成例を示す平面図である。

【図3】基板が配設されたキャリアの一構成例を示す要部拡大平面図である。

【図4】基板が配設されたキャリアの一構成例を示す要部拡大側面図である。

【図5】第2の誘電体層の膜厚と記録パワーマージンの関係を示す特性図である。

【図6】 $Tb_{20.1}Fe_{70.3}Co_{5.6}Cr_{4.1}$ なる組成を有する非晶質膜を記録磁性層とした光磁気ディスクに記録する時に必要なレーザ光のパワーとCN比の関係を示す特性図である。

【図7】記録パワーマージンを求める際に必要な記録パ

ワーの値 $P_{down}$ 、 $P_{up}$ （CN比の許容最低ライン上の点）を定義するための特性図である。

【図8】アルミニウム合金膜の膜厚とCN比の関係を示す特性図である。

【図9】アルミニウム合金膜の膜厚と、最大CN比をとる時の記録パワーの値 $P_{opt}$ の関係を示す特性図である。

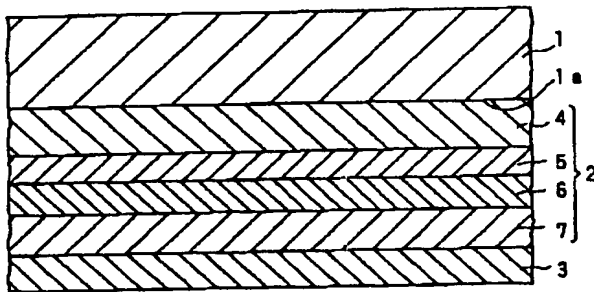
【図10】記録磁性層中のCrの量 $z$ と最大CN比、及びCoの量 $y$ と記録パワーの値 $P_{opt}$ の関係を示す特性図である。

【図11】記録磁性層中のCrの量 $z$ と最大CN比、及びCoの量 $y$ と記録パワーの値 $P_{opt}$ の関係を示す特性図である。

【符号の説明】

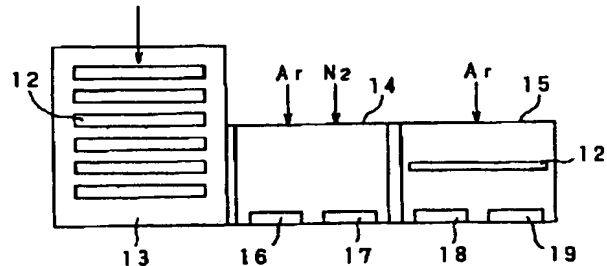
- 1 基板
- 2 記録部
- 3 耐蝕性保護膜
- 4 第1の誘電体層
- 5 記録磁性層
- 6 第2の誘電体層
- 7 反射膜

【図1】



本発明の光磁気ディスクの一構成例

【図2】

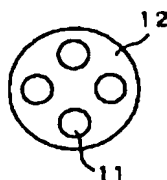


光磁気ディスクの製造装置

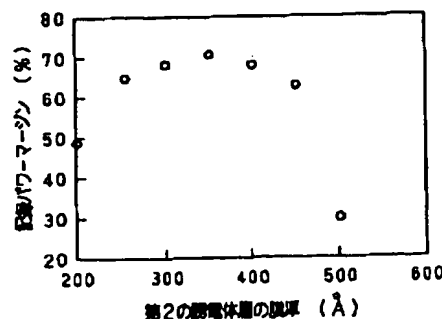
【図3】



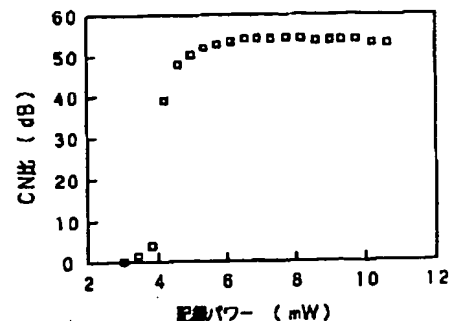
【図4】



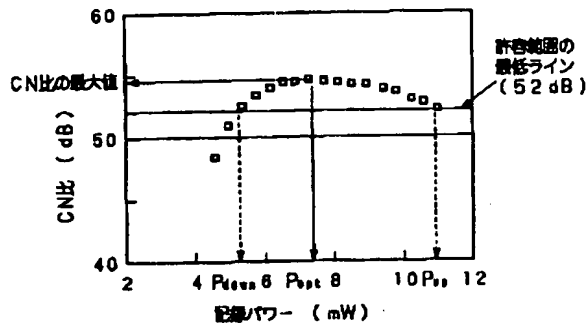
【図5】



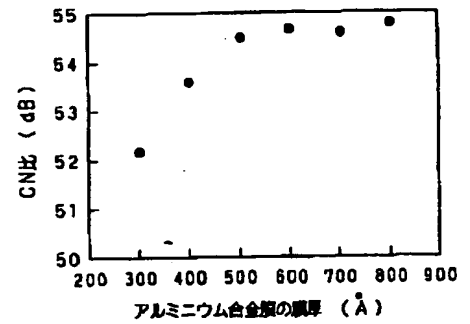
【図6】



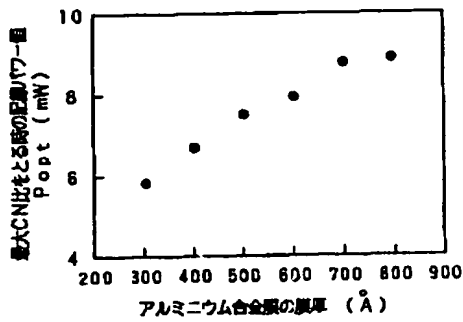
【図7】



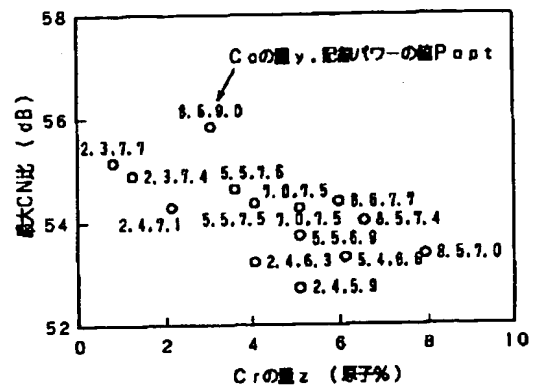
【図8】



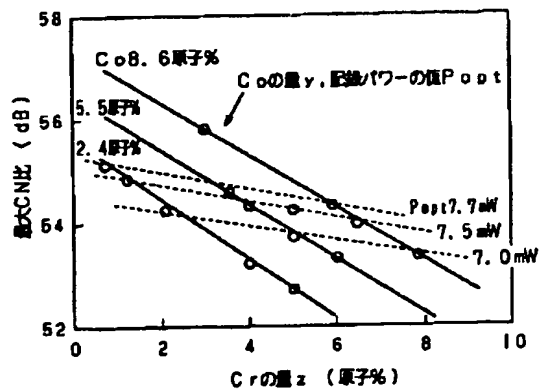
【図9】



【図10】



【図11】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**